

高等学校规划教材

电路与电子技术 学习和实验实习指导

张 虹 张建华 主编



DIANLU YU DIANZI JISHU
XUEXI HE SHIYAN SHUXI ZHIDAO



北京航空航天大学出版社

高等学校规划教材

电路与电子技术学习 和实验实习指导

张 虹 张建华 主编

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是根据“电路与电子技术”教学大纲的要求,配合该课程主教材《电路与电子技术》一书编写的学习和实验实习指导。

本书共分三大部分。学习指导部分紧紧围绕主教材,给出了每一章的重点内容提要、典型例题分析和习题详解,便于读者学习和掌握相关知识。实习指导部分本着结合实际、提高学生动手能力原则,使学生在对实际电路亲自动手制作的过程中,加深对基本理论的理解,进一步增长知识,增加兴趣,增强技能。实验指导部分与理论知识同步,收录电路基础、模拟电路和数字电路实验共15个,其中有基础性的验证实验,也有综合性与设计性实验。

本书适用于高等院校计算机、电子和自动控制等专业的专科及本科生,也可作为自学考试和从事电子技术工作的工程人员自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

电路与电子技术学习和实验实习指导/张虹等主编.

北京:北京航空航天大学出版社,2006.2

ISBN 7-81077-707-6

I. 电… II. 张… III. ①电路理论—高等学校—
教学参考资料②电子技术—高等学校—教学参考资料
IV. ①TM13②TN01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 132001 号

电路与电子技术学习和实验实习指导

张 虹 张建华 主编

责任编辑 刘晓明

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

http://www.buaapress.com.cn E-mail:bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:19 字数:426 千字

2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 7-81077-707-6 定价:26.00 元

前言

本书是根据“电路与电子技术”教学大纲的要求,配合该课程主教材《电路与电子技术》一书编写的学习和实验实习指导。希望该书能成为广大读者的良师益友。

学习指导部分按照主教材的章节内容及顺序,介绍了各章的学习要求和重点、难点,对重要概念、主要结论都作了扼要的分析和思路上的点拨,以使读者在学习过程中有明确的学习目标并收到事半功倍的效果。另外,还结合教学重点编入了典型例题分析,其中不乏考研题目。每章最后均附有主教材中的习题详解,以便读者在自我检测时参考。

实习指导部分首先介绍了电子实习中的有关知识,如常用电子元器件的检测与识别、焊接技术、印制电路板的制作、电子产品的装配与调试等,在此基础上,给出了 10 个具体的实训题目。学生通过这部分的的学习和训练,能掌握教学计划要求的电路与电子技术的基本实验实训课题,并可培养学生具有识读电路图、搭接实验电路、分析实验结果以及对实验设备进行调整维护的能力。

实验指导部分紧扣理论内容,精编了 15 个实验。其中电路基础实验 5 个,模拟电子技术实验 4 个,数字电子技术实验 6 个。每个实验均给出实验目的、实验器材、实验原理及实验的详细步骤。

本教材是编写人员在学校实际课堂教学模式与经验的基础上归纳整理出来的,具有很强的针对性和可操作性,便于读者学习和参考,也便于教学计划进度的掌握与安排。

参加本书编写的有:张虹(前言、学习指导部分),刘小亮(实习指导部分第 14, 17 章),刘均波(实习指导部分第 15, 16 章),张建华

(实习指导部分第 18,19 章),肖恩忠(实验指导部分)。本书由张虹担任主编,并统编全稿。在大纲的讨论和文稿的校对中,陈光军、王明之、张忠义、王新平、宗绪峰都参与并提出了宝贵意见。其中陈光军、王明之为本书提供了一些例题和习题,崔群在电子图稿的绘制中给予了很大帮助,特此致谢。

编写过程中,由于时间仓促,加之水平有限,对于书中出现的错误和不妥之处,敬请读者予以批评指正,以便今后不断改进。

编 者

2005 年 9 月

目 录

第 1 部分 学习指导

第 1 章 电路的基本概念和基本定律

1.1 重点内容提要	3
1.1.1 电路和电路模型	3
1.1.2 电路的基本物理量	4
1.1.3 电 源	5
1.1.4 基尔霍夫定律	5
1.2 例题选解	5
1.3 习题 1 详解	11

第 2 章 线性电阻电路分析

2.1 重点内容提要	15
2.1.1 节点电压分析法	15
2.1.2 叠加定理	15
2.1.3 戴维南定理和诺顿定理	16
2.1.4 最大功率传输定理	16
2.2 例题选解	17
2.3 习题 2 详解	23

第 3 章 正弦稳态交流电路

3.1 重点内容提要	32
3.1.1 正弦交流电路的基本概念	32
3.1.2 正弦量的相量表示及相量图	32
3.1.3 正弦交流电路中电阻、电容、电感伏安关系的相量形式	32
3.1.4 阻抗、导纳及简单正弦交流电路的分析	33
3.1.5 正弦交流电路的功率	33
3.1.6 谐振电路	33
3.2 例题选解	33

3.3 习题3详解	34
第4章 线性动态电路的分析	
4.1 重点内容提要	45
4.1.1 过渡过程及换路定律	45
4.1.2 一阶RC电路的过渡过程	45
4.1.3 一阶RL电路的过渡过程	46
4.1.4 一阶电路的全响应	46
4.2 例题选解	46
4.3 习题4详解	49
第5章 半导体器件基础	
5.1 重点内容提要	57
5.1.1 半导体基础知识	57
5.1.2 半导体二极管	57
5.1.3 晶体三极管	57
5.1.4 场效应管	58
5.2 例题选解	58
5.3 习题5详解	59
第6章 放大电路基础	
6.1 重点内容提要	66
6.1.1 放大电路的组成及工作原理	66
6.1.2 放大电路的基本分析方法	66
6.1.3 放大电路静态工作点的稳定	66
6.1.4 放大电路的三种组态及其比较	67
6.1.5 多级放大电路	67
6.2 例题选解	67
6.3 习题6详解	68
第7章 集成运算放大电路及其应用	
7.1 重点内容提要	79
7.1.1 集成电路概述	79
7.1.2 集成运放的基本组成及功能	79
7.1.3 集成运放的典型电路	79
7.1.4 理想运算放大器	79
7.1.5 负反馈放大电路	80

7.1.6 运放基本应用电路分析	80
7.2 例题选解	80
7.3 习题 7 详解	82

第 8 章 逻辑代数基础

8.1 重点内容提要	93
8.1.1 数字电路及其特点	93
8.1.2 数制与码制	93
8.1.3 逻辑代数及其基本运算	93
8.1.4 逻辑函数的表示方法及其相互转换	94
8.1.5 逻辑代数的基本公式、定律和规则	94
8.1.6 逻辑函数的化简	94
8.2 例题选解	94
8.3 习题 8 详解	97

第 9 章 逻辑门电路

9.1 重点内容提要	103
9.1.1 半导体器件的开关特性	103
9.1.2 分立元件门电路	103
9.1.3 集成门电路	103
9.2 例题选解	104
9.3 习题 9 详解	107

第 10 章 组合逻辑电路

10.1 重点内容提要	114
10.1.1 组合逻辑电路概述	114
10.1.2 常用中规模集成组合逻辑电路	114
10.2 例题选解	115
10.3 习题 10 详解	118

第 11 章 时序逻辑电路

11.1 重点内容提要	127
11.1.1 触发器	127
11.1.2 时序逻辑电路概述	127
11.1.3 计数器	128
11.1.4 寄存器	128
11.2 例题选解	128

11.3	习题 11 详解	131
第 12 章 脉冲产生、整形电路		
12.1	重点内容提要	140
12.1.1	555 定时器	140
12.1.2	单稳态触发器	140
12.1.3	多谐振荡器	140
12.1.4	施密特触发器	140
12.2	例题选解	140
12.3	习题 12 详解	143
第 13 章 D/A, A/D 转换器		
13.1	重点内容提要	147
13.1.1	D/A 转换器	147
13.1.2	A/D 转换器	147
13.2	例题选解	148
13.3	习题 13 详解	149

第 2 部分 实习指导

第 14 章 实习导言

14.1	电子技术课程设计的目的与要求	155
14.2	电子技术课程设计的一般教学过程	155

第 15 章 常用电子元器件的识别、检测与应用

15.1	电阻器	159
15.1.1	电阻器的分类	159
15.1.2	电阻器的型号及命名	159
15.1.3	电阻器的主要性能指标	160
15.1.4	电阻器的标注方法及其识别	161
15.1.5	电阻器的测量与检查	162
15.1.6	电阻器的代换	163
15.2	电容器	164
15.2.1	电容器的分类	164
15.2.2	电容器的型号及命名	164
15.2.3	电容器的主要性能指标	166

15.2.4	电容器容量的标注及识别方法	166
15.2.5	电容器的质量判别与选用	167
15.3	电感器	168
15.3.1	电感器的种类及用途	168
15.3.2	电感器的型号及命名	169
15.3.3	电感器的识别方法	169
15.3.4	电感器的常见故障及简单检测	170
15.4	集成电路	170
15.4.1	集成电路的类别及命名方法	170
15.4.2	集成电路的封装形式、引脚识别及使用注意事项	171
15.5	电子元器件的检验和筛选	173
15.5.1	外观质量检验	173
15.5.2	电气性能使用筛选	173

第 16 章 焊接技术

16.1	焊接工具	176
16.2	焊接材料	177
16.2.1	焊料	178
16.2.2	焊剂	179
16.3	手工焊接技术	180
16.3.1	焊接操作姿势	180
16.3.2	焊接操作的基本步骤	180
16.3.3	烙铁头撤离法	181
16.3.4	焊接注意事项	182
16.3.5	焊点要求及质量检查	182
16.3.6	通电检查	184
16.3.7	常见焊点的缺陷及分析	184
16.3.8	拆焊	185

第 17 章 印制电路板的设计与制作

17.1	印制电路板的基础知识	187
17.1.1	印制电路板的主要工艺和组成	187
17.1.2	印制电路板的作用	188
17.2	印制电路板的设计	188
17.2.1	印制电路板的设计步骤	188

17.2.2	印制电路板的设计原则(要求)	189
17.3	手工制作印制电路板	192
17.3.1	制作材料与工具	193
17.3.2	手工制作印制电路板	194
第 18 章 电子产品的装配与调试		
18.1	电子产品整机装配的准备工艺	196
18.1.1	导线的加工工艺	196
18.1.2	元器件引线成型工艺	198
18.2	印制电路板(PCB)的组装	199
18.2.1	印制电路板组装工艺的基本要求	199
18.2.2	元器件安装的技术要求	199
18.2.3	元器件在印制电路板上的插装	200
18.2.4	印制电路板组装工艺流程	202
18.3	电子电路的调试及故障分析处理	204
18.3.1	电子电路的调试	204
18.3.2	电子电路的故障分析与处理	206
第 19 章 电子技能实训		
19.1	实训 1 电阻器、电容器标称值判读和万用表测量	209
19.2	实训 2 万用表检测二极管和三极管	211
19.3	实训 3 手工焊接法(一)——五步法	213
19.4	实训 4 手工焊接法(二)——搭焊、钩焊和绕焊	214
19.5	实训 5 手工焊接法(三)——印制电路板上元器件的焊接	214
19.6	实训 6 手工焊接法(四)——印制电路板上集成电路的焊接	217
19.7	实训 7 手工焊接法(五)——拆焊	219
19.8	实训 8 电原理图与印制电路图的互绘(驳图)	219
19.9	实训 9 电子线路的搭接与测试(一)——直流稳压电源	221
19.10	实训 10 电子线路的搭接与测试(二)——逻辑测试器	226

第 3 部分 实验指导

第 20 章 电路基础实验

20.1	实验 1 电路元件伏安特性的测量	231
20.2	实验 2 电路基本定律及定理的验证	235

20.3	实验 3 动态电路的过渡过程	238
20.4	实验 4 单相正弦交流电路	240
20.5	实验 5 RCL 串联电路的频率响应	242
第 21 章 模拟电子技术实验		
21.1	实验 1 常用电子仪器的使用	244
21.2	实验 2 单管放大电路	251
21.3	实验 3 负反馈放大电路	256
21.4	实验 4 模拟信号运算电路	259
第 22 章 数字电子技术实验		
22.1	实验 1 常用仪器的使用及简单集成门功能测试	262
22.2	实验 2 集成门电路逻辑功能与参数测试	266
22.3	实验 3 组合逻辑电路	270
22.4	实验 4 集成触发器	274
22.5	实验 5 时序逻辑电路	278
22.6	实验 6 脉冲波形的产生与整形电路	283
附 录		
附录 A	500 型万用表的使用	286
附录 B	双踪示波器	288
附录 C	常用 TTL(74 系列)数字集成电路引脚排列图	291
附录 D	常用 CMOS(C000 系列)数字集成电路引脚排列图	292

第 1 部分 学习指导

第 1 章 电路的基本概念和基本定律

1.1 重点内容提要

1.1.1 电路和电路模型

电路与人们的日常生活密切相关,它是由电气设备和元器件连接起来的整体,是电流流通的路径,是实际电路。然而,在进行理论分析时,所讨论的都是电路模型。电路模型是由理想元件组成的电路。所谓理想元件,是将实际的电路元件忽略其次要特征,保留主要特征,抽象出来的理想化模型。电路中常见的理想元件有四种:电阻元件、电感元件、电容元件和理想电源,分别简称为电阻、电感、电容和电源,其电路符号如图 1.1 所示。

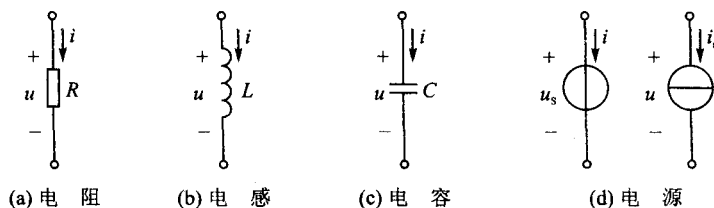


图 1.1 理想元件的电路符号

当电压、电流选为关联参考方向时,其电压、电流关系为电阻:

$$u_R = Ri_R$$

电感:

$$u_L = L \frac{di_L}{dt}$$

电容:

$$i_C = C \frac{du_C}{dt}$$

电源分电压源和电流源,其电压、电流关系见《电路与电子技术》(以下简称教材)第 1.3 节。

模型研究法是一种科学的研究方法,物理课中讨论的质点、刚体等,都属于模型研究法。

值得注意的是,电路模型只是近似地描述实际电路的电气特性,根据实际电路的不同工作条件以及对模型精确度的不同要求,应当用不同的电路模型模拟同一实际电路。例如图 1.2(a)所示的线圈,在低频交流工作条件下,可用一个电阻和电感的串联来模拟,如图 1.2(b)所示;在高频交流工作条件下,则要再并联一个电容来模拟,如图 1.2(c)所示。

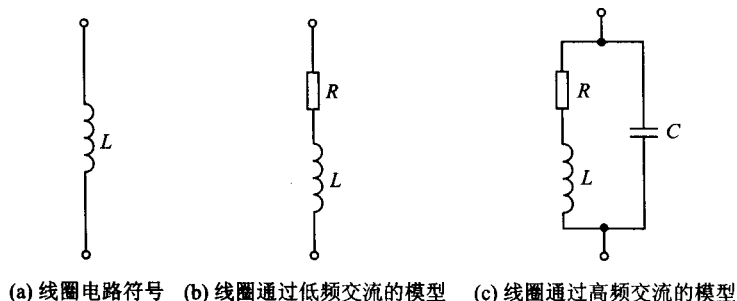


图 1.2 线圈的几种电路模型

1.1.2 电路的基本物理量

电路的基本物理量有电流、电压和功率。

1. 电流和电压

电流和电压在中学物理课电学部分已经讨论过,这里重点强调的是电流、电压的参考方向,这也是以前没有接触过的。电流、电压的参考方向是为了分析问题的方便而人为选定的,参考方向与实际方向只有两种可能的关系:一致和不一致。这种关系分别以电流、电压为正值和负值的形式表现出来。因此说,现在所讨论的电流和电压都是具有正负的代数量。

关联参考方向是指电流与电压的参考方向选为一致,即电流由电压的参考正极指向参考负极,如果需要自己选参考方向时,都选为关联方向。本书中讨论的两个物理量之间的关系,都是以关联参考方向为前提的。

电位是本部分一个非常重要的概念,在电路中经常要求解电路中某点电位,以此来确定元件或电路的工作状态。例如,判断二极管、三极管的工作状态时,都是通过比较它们各电极之间的电位关系来确定的。因此,必须要熟练掌握电位的求解方法,同时要注意电位与电压的异同。

2. 电功率

电功率简称功率,其定义式为 $p = ui$ 。但在具体计算功率时,要注意公式前面的正负号,即电压、电流为关联方向时,用 $p = ui$ 进行求解;否则,为非关联方向时用 $p = -ui$ 求解。功率本身也有正负之分,功率为正,即 $p > 0$,表明元件吸收功率;功率为负,即 $p < 0$,表明元件发出功率。

1.1.3 电 源

电源分独立源和受控源,独立源又有电压源和电流源(指理想电源)之分。电压源的端电压为恒定值,电流源的端电流为恒定值,即它们自身的电压、电流之间没有约束关系;受控源按照控制量和受控量的不同,分为四种类型。独立源和受控源的特性完全不同,在电路中所起的作用也完全不同。独立电源是电路的输入或激励,为电路提供按给定时间函数变化的电压和电流,从而在电路中产生电压和电流响应。受控源则描述电路中两条支路电压和电流间的一种约束关系,它的存在可以改变电路中的电压和电流,使电路特性发生变化。假如电路不含独立电源,不能为控制支路提供电压或电流,则线性受控源以及整个线性电阻电路的电压和电流将全部为零。含受控源电路的分析一向是考研重点,下面将列举一些典型例题供读者学习参考。

实际的独立电源都是有内阻的,因此它们自身的电压、电流之间是一种线性约束关系。实际电源的电路模型是:实际电压源可用理想电压源与电阻串联的模型表征;实际电流源可用理想电流源与电阻并联的模型表征。两种电源模型在一定条件下可以相互等效变换,通常利用这一点将电路进行化简,从而简化电路的计算。1.2节中的例1.8即为这方面的题目。

1.1.4 基尔霍夫定律

基尔霍夫定律是电路的基本定律,它揭示了元件互联起来以后整体上满足的规律。该定律分基尔霍夫电流定律(KCL)和基尔霍夫电压定律(KVL)。应用基尔霍夫定律可以分析计算任意一个集总参数电路,因此基尔霍夫定律的应用范围非常广,它是贯穿本书的一根主线,也是一些定理、方法的理论依据。应用KCL列写支路电流方程时,可以用其一般表达式: $\sum i = 0$,即组成节点的所有支路电流代数和等于零;也可用一般表达式推导出的另一表达式: $\sum i_{\text{入}} = \sum i_{\text{出}}$,即流入节点的各支路电流的代数和等于从该节点流出的各支路电流的代数和。另外,除了掌握基尔霍夫定律的基本应用之外,还要注意它们的推广应用,这会使有些电路的分析变得非常简便。

基尔霍夫定律一向是考研的重点,往往都是以综合性的题目出现。

1.2 例题选解

例 1.1 计算图 1.3 中元件的功率,并判断元件是发出还是吸收功率。

解: 图 1.3(a)中,元件电压、电流参考方向为关联方向,元件的功率为

$$P = UI = 6 \text{ V} \times 2 \text{ A} = 12 \text{ W} > 0$$

所以该元件吸取(或消耗)功率 12 W。